

BAĞLAYICI MALZEMELER

Mücteba UYSAL¹

Beyza AYGÜN²

BAĞLAYICI MALZEME KAVRAMI VE TARİHÇESİ

Tarihsel süreçte bağlayıcı malzemelerin kullanımı, yerleşik yaşama geçiş ile başlamış ve yapıların kalıcı hâle gelmesini sağlamıştır. Neolitik dönemde çamur ve kil esaslı basit bağlayıcılar kullanılırken, Mısırlılar kireç harcını piramit inşasında; Çinliler pirinç lapası karışımıyla surlar inşasında; Mezopotamyalılar ise bitüm esaslı harçlarla kanal yapımında etkili olmuştur. Bu ilk örnekler, bağlayıcı malzemelerin sadece strüktürel değil, aynı zamanda suya ve çevresel etkilere karşı dayanım sağladığını da göstermektedir. Antik Roma uygarlığı bağlayıcı malzeme teknolojisinde devrim niteliğinde gelişmelere öncülük etmiştir. Volkanik tüf kaynaklı doğal puzolanlar ile kireci karıştırarak hem atmosferik koşullarda hem de su altında sertleşebilen, bugünkü çimentoya yakın özellik gösteren harçlar üretmişlerdir. Bu karışım, günümüz mühendisliğinde ‘Roma betonu’ olarak tanımlanır. Pantheon’un kubbesi, Koleyum, akvedükler ve liman yapıları gibi günümüze kadar ulaşabilen yapılar, Roma döneminde geliştirilen bu yüksek performanslı bağlayıcıların birer kanıtıdır. Orta Çağ boyunca bağlayıcı malzeme teknolojilerin-

¹ Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, mucteba@yildiz.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6827-9904

² Öğr. Gör. Dr., İstanbul Esenyurt Üniversitesi, beyzaaygun@esenyurt.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1317-9148
DOI: 10.37609/akya.3799.c563

Rötre ile İlişkili Çatlak Mekanizmaları

Rötre etkisiyle oluşan hacimsel büzölmeler, çimento esaslı malzemede çekme gerilmeleri doğurur. Betonun çekme dayanımı genellikle oldukça düşüktür; bu nedenle rötre kaynaklı iç gerilmeler çekme dayanımını aştığında mikro ya da makro düzeyde çatlaklar oluşur. Özellikle kısıtlanmış rötre durumunda, yani yapı elemanı bir temel, bağlantı veya donatı ile kısıtlandığında çatlak oluşumu hızlanmaktadır. Bu çatlaklar sadece dayanım kaybına değil, aynı zamanda kimyasal ve fiziksel dayanıklılığın da zayıflamasına yol açar. Örneğin, rötre çatlağından giren klorür iyonları donatı korozyonunu başlatabilir; karbonatlaşma derinliği artabilir ve sülfat saldırısına maruziyet kolaylaşabilir. Bu nedenle rötre sadece boyutsal bir bozulma değil, aynı zamanda çevresel dayanıklılık açısından da belirleyici bir risk olduğu unutulmamalıdır. Tüm bunlara rağmen, rötre kontrol altına almak için birçok mühendislik çözümü mevcuttur. Bunlar arasında;

- a. **Uygun su/çimento oranı:** Düşük oranlar otogen rötresini artırabilir, ancak kuruma rötresini azaltır. Süperakışkanlaştırıcı katkılarla işlenebilirliği kaybetmeden su oranı düşürülebilir.
- b. **Etkili kürleme:** İlk 7–14 gün boyunca uygulanan nemli kürleme, yüzey buharlaşmasını sınırlayarak kuruma rötresini ciddi şekilde azaltır.
- c. **Rötre telafi edici katkılar:** Kalsiyum sülfat, CaO ve MgO içeren genleşen katkılar otogen rötre telafi edebilir.
- d. **Lif katkıları:** Polipropilen, çelik ya da bazalt lifler çatlak gelişimini kontrol altına alır, gerilmeleri dağıtır ve enerji absorpsiyonunu artırır.
- e. **Puzolanik katkılar:** Uçucu kül ve silis dumanı gibi katkılar, matrisin yoğunluğunu artırarak su kaybını azaltır.
- f. **Yapısal detaylandırma:** Derz planlaması, donatı yerleşimi ve bağlantı noktalarında esneklik tanınması da rötre çatlaklarının yönlendirilmesinde ve kontrolünde etkilidir.

KAYNAKLAR

1. T. Y. Erdoğan, ve S. T. Erdoğan, (2007). Bağlayıcı Malzemelerin ve Betonun Onbin Yıllık Tarihi. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
2. Baradan, B., Yazıcı, H., Aydın, S. (2015). *Beton* (2. Baskı). Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.
3. S. Holmes ve M. Wingate (2016), *Building with Lime: A Practical Introduction*, 3rd ed. Rugby, UK: Practical Action Publishing.
4. E. C. Eckel (2020), *Cements, Limes and Plasters: Their Materials, Manufacture and Properties*, Routledge.
5. M. Apostolopoulou, A. Bakolas, ve M. Kotsainas (2021), Mechanical and physical performance of natural hydraulic lime mortars, *Construction and Building Materials*, 290, 123272.

6. C. R. Guelberth ve D. Chiras (2003), *The Natural Plaster Book: Earth, Lime, and Gypsum Plasters*. Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers.
7. P. Faria ve V. Silva (2018), Natural Hydraulic Lime Mortars: Influence of the Aggregates, in *Historic Mortars*, Cham, Switzerland: Springer, 185–199.
8. L. Garijo, X. Zhang, G. Ruiz, J. J. Ortega, ve R. C. Yu (2019), Mechanical Behavior of Natural Hydraulic Lime Mortars,” in *Sustainable Construction and Building Materials*, London, UK: IntechOpen.
9. .F. Irassar, D. Violini, V.F. Rahhal, C. Milanesi, M.A. Trezza, V.L. Bonavetti(2011), Influence of limestone content, gypsum content and fineness on early age properties of Portland limestone cement produced by inter-grinding, *Cement and Concrete Composites*, 33, 2, 192–200.
10. USG Corporation (2014), *The Gypsum Construction Handbook*, 6. baskı, Chicago, IL, USA: USG Corporation, (Çevrimiçi). Erişim: https://www.usg.com/content/usgcom/en_CA_east/resource-center/gypsum-construction-handbook.html
11. A. K. Chatterjee (2018), *Cement Production Technology: Principles and Practice*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
12. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (2020), *Çimento Mühendisliği El Kitabı: Çevre ve İklim Değişikliği Bölümü*, Ankara, Türkiye: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, (Çevrimiçi). Erişim: https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/%C3%A7evre_b%C3%B6l%C3%BCm-%C3%BC.pdf
13. A. Yeğinoğlu (2003), *Çimento: Yeni Bir Çağın Malzemesi*, 2. baskı, Ankara, Türkiye: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, (Çevrimiçi). Erişim adresi: https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/01_cimento_yeni_bir_cagin_malzemesi_.pdf
14. CEMBUREAU (2021), *Sürdürülebilir Çimento Üretimi*, Ankara, Türkiye: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, (Çevrimiçi). Erişim adresi: https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir_%C3%A7imento_%C3%BCretimi.pdf
15. I. Odler (2000), *Special Inorganic Cements*, London, UK: E & FN Spon.
16. W. Kurdowski (2014), *Cement and Concrete Chemistry*, Springer.
17. Davis ve K. Lee (2021), Physical & chemical properties of cement: A study, *International Journal of Creative Research Thoughts*, 9, 11, 23-130.
18. W. Xu (2024), Ed., *Reaction Mechanism and Properties of Cement-Based Materials*, Basel, Switzerland: MDPI, <https://www.mdpi.com/books/reprint/9998-reaction-mechanism-and-properties-of-cement-based-materials>.
19. P. Hewlett ve M. Liska (2019), *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, 5th ed., Elsevier.
20. A. Bentur (2002), Cementitious materials—Nine millennia and a new century: Past, present, and future, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 14, 1, 2–22.
21. O. Sümer, A. Sağlık, M. Özmak, Ö. Kavuklu, Ü. Ünal ve Ç. Türkmen Pektaş (2017), *Çimento Deneyleri*, 3. baskı, Ankara, Türkiye: Tarım ve Orman Bakanlığı, (Çevrimiçi). Erişim: https://cdn.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/430/Sayfa/1672/2103/DosyaGaleri/cimento_deneyleri_kitabi3_baski2017.pdf
22. M. Başak (2020), *Beton Teknolojisi*, Samsun, Türkiye: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, (Çevrimiçi). Erişim: <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/basakm/71271/BETON%20DER-S%C4%B0.pdf>
23. O. Şimşek (2024), *Beton ve Beton Teknolojisi: Çeşitleri – Özellikleri – Deneyler*, 7. baskı, Ankara, Türkiye: Seçkin Yayıncılık.
24. P. K. Mehta ve P. J. M. Monteiro (2014), *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*, 4th ed., McGraw-Hill Education.
25. F. Pacheco-Torgal, S. Jalali, ve A. F. Labrincha, (2013) Eds., *Eco-Efficient Concrete*, Cambridge, UK: Woodhead Publishing.